

УДК 911.31
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-2-205-216

Альтернативная энергетика стран БРИКС: компаративный анализ

Демидионов М.Ю.

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
Россия, 191086, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, 48,
E-mail: demidionovforwork@gmail.com

Аннотация. Использование восстанавливаемых источников энергии рассмотрено в контексте «зелёной» энергетики, которая оказывает минимальное воздействие на окружающую среду. В условиях «жёсткой» экономической глобализации каждая из стран БРИКС особое значение придаёт развитию альтернативной энергетики. Изучены причины (в том числе и социальные), оказывавшие влияние на динамику роста доли альтернативных источников энергии в различных странах альянса. Сделан акцент на перспективный переход к углеродной нейтральности, столь популярный в XXI веке. Констатируется отсутствие общей стратегии развития альтернативной энергетики у рассматриваемых стран и отставание в темпах её развития от стран «Большой семёрки». В этой связи делается вывод о необходимости объединения усилий для развития в странах БРИКС «зелёной» энергетики. Прежде всего это касается разработки соответствующей стратегии и обсуждения вопросов по её реализации в рамках альянса.

Ключевые слова: «зелёная» энергетика, углеродная нейтральность, развивающиеся экономики, гидроэнергетика, БРИКС

Для цитирования: Демидионов М.Ю. 2023. Альтернативная энергетика стран БРИКС: компаративный анализ. Региональные геосистемы, 47(2): 205–216. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-2-205-216

Alternative Energy of the BRICS Countries: Comparative Analysis

Mihail Yu. Demidionov

Herzen State Pedagogical University of Russia,
48 Moyka river emb., Saint-Petersburg 191086, Russia
E-mail: demidionovforwork@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the development of the alternative energy sector in the BRICS countries. The dynamics of the development of this type of energy as a whole and its components separately were studied. Special attention is paid to the influence of the formation and development of "green" energy on the amount of carbon dioxide emissions into the atmosphere. The dynamics were calculated both for the BRICS in total and for a number of countries separately. A comparative analysis was carried out, which was based on not only spatial, but also temporal aspects. The reasons (including social ones) that influenced the dynamics of the growth of the share of alternative energy sources in various countries of the alliance have been studied. The topic of a promising transition to carbon neutrality, so popular in the XXI century, is touched upon. As a result of the comparative analysis, conclusions were drawn on the potential cooperation in a given area between the BRICS countries, as well as the prospects of their contribution to the global transition to carbon neutrality.

Key words: «green» energy, carbon neutrality, developing economies, hydro energy, spatial analysis

For citation: Demidionov M.Yu. 2023. Alternative Energy of the BRICS Countries: Comparative Analysis. Regional Geosystems, 47(2): 205–216. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-2-205-216



Введение

Интерес экспертов к набирающему силу глобальному мегапроекту БРИКС становится всё более пристальным. Перспектива укрепления этого геополитического и геоэкономического альянса с надеждой воспринимается гражданами стран, не входящих в G7 или Евросоюз. Безусловно, данный вопрос не может не волновать элиты западных стран и в первую очередь США. Некоторые авторы фиксируют внимание главным образом на существование многих острых проблем и противоречий внутри стран-партнёров альянса, в частности, на высокий уровень бедности населения, отсталость от стран «Большой семёрки» по уровню торговли товарами и услугами и ориентацию на экспорт природных ресурсов (за исключением КНР), несовместимость институциональных систем, политического устройства и т. д. Отмечается также тот факт, что государства нового союза до сих пор не приняли учредительный договор, что является правовой основой деятельности любой международной организации.

Сторонники же углубления партнёрства стран БРИКС обращают внимание на аспекты, которые ассоциируются с взаимодополняемостью их экономик и разработкой перспективных планов развития сотрудничества [Lima et al., 2010; Xingang et al., 2012; Vyas-Doorgapersad, 2022]. Правительства стран – членов союза исходят из необходимости поиска конкретных путей для институционализации партнёрства, создания зоны свободной торговли для стимулирования обмена готовыми товарами и ресурсами и т. д.

Совместная работа в рамках БРИКС позволяет более интенсивными темпами развивать экономику, в частности, за счёт совместных проектов [Информационный портал..., 2022]. Особое значение в развитии конкурентоспособности и интеграции стран БРИКС в условиях «жёсткой» экономической глобализации приобретают вопросы сотрудничества в сфере энергетики, в частности и вопрос инвестиций в «зелёную» энергетику [Zeng et al., 2017; Van Soest, 2018]. Они важны не только для обеспечения национальной, но и энергетической безопасности стран союза. Можно привести конкретные примеры сотрудничества в данной сфере, истоки которого восходят к предшествующим образованию союза годам (в их числе российско-индийский совместный проект по строительству АЭС «Куданкулам», многолетний энергетический диалог «Россия – Китай» и др.) [Родионова и др., 2017].

Важно отметить, что большая часть современных исследователей занимается вопросом потенциала развития альтернативной энергетики стран альянса, в том числе и России [Лапаева и др., 2019]. При этом вопрос рассматривается как на уровне БРИКС в целом, так и отдельных стран. К примеру, Джабин [Jabeen et al., 2023] в своей статье рассматривает причины медленного развития «зелёной» энергетики Южно-Африканской республики, А. Резерфорд [Rutherford, 2020] обращает внимание на взаимосвязь альтернативной энергетики и энергетической безопасности Бразилии. В свою очередь, Акрам [Akram et al., 2020] применяет математические методы исследования при изучении вопроса взаимосвязи развития «зелёной» энергетики и выбросов углекислого газа стран БРИКС.

Цель данной работы – проанализировать динамику развития альтернативной энергетики стран БРИКС и выявить причины, имевшие влияние на темпы её развития, а также рассмотреть влияние структуры энергетики стран альянса на состояние окружающей среды.

Объекты и методы исследования

Объектом настоящего исследования служит альтернативная энергетика стран БРИКС, ориентированных на системы возобновляемых источников энергии (ВИЭ), которые получают всё большее развитие в мировой энергетике.

Основные мотивационные причины мирового движения за отказ от углеродной экономики давно уже приобрели аксиоматический характер. Они связаны с выбросами CO₂ от сжигания угля, нефти, природного газа в атмосферу и эффектом глобального потепления. И хотя оценка проблемы потепления не является «консенсусной», ущербная деятельность

человека в этом отношении практически не подвергается сомнению. Поэтому вложение ведущими странами мира огромных средств в «зелёную» энергетику для минимизации выбросов парниковых газов стало очевидным фактом.

Экономики стран БРИКС принято позиционировать как развивающиеся, о чём говорят, в частности, показатели ВВП (табл. 1). Учитывая то, что для экономик данного типа требуется большая ресурсная база для развития, важно оценить какова роль этих стран в целом и каждой в отдельности в вопросе воздействия на экосистему.

Таблица 1
Table 1

ВВП на душу населения по данным Всемирного банка [The World Bank, 2022]
GDP per capita according to the World Bank [The World Bank, 2022]

Страна	ВВП (ППС), млн. долларов (2021 год)	ВВП на душу населения, доллары США (2021 год)
Россия	4,785,445	32803 (55 место в мире)
Бразилия	3,435,882	16056 (82 место в мире)
Индия	10,218,572	7334 (120 место в мире)
Китай	27,312,548	19338 (71 место в мире)
ЮАР	865,816	14420 (90 место в мире)

В 2016 году большей частью стран мира было подписано известное Парижское соглашение, главной целью которого являлось удержание роста глобальной средней температуры [The Paris Agreement, 2023]. Для достижения данной цели планируется прекратить рост эмиссии углекислого газа в первую очередь за счёт сокращения выбросов в атмосферу, в том числе и с помощью развития альтернативной энергетики [Ханиев, 2019; Öztürk, Suluk, 2020].

В предлагаемой работе они измеряются не в классическом показателе выбросов углекислого газа, а в выбросах именно парниковых газов (GGE), которые в свою очередь измеряются в миллионах тонн в эквиваленте диоксида углерода (MtCO₂Eq). Согласно официальной статистике, страны, входящие в БРИКС, при производстве энергии суммарно производят около 43 % мировых выбросов парниковых газов (на 2020 год). Причём их доля выросла более чем в 1,5 раза за период с 2000 по 2020 год [ТАСС..., 2023]. В данной ситуации развитие «зелёной» энергетики, безусловно, является одним из решений, которое может позволить достигнуть целей, поставленных в рамках Парижского соглашения. Следовательно, необходимо тщательно анализировать современное состояние данного сектора энергетики, а также производить оценку потенциала на различных уровнях: как на региональном, так и на глобальном.

Результаты и их обсуждение

На 1990 год страны, которые ныне входят в БРИКС имели достаточно весомую долю (26,3 %) выбросов парниковых газов (рис.1). К началу XXI в. значимого роста не произошло, несмотря на стремительный промышленный рост Китая. В первую очередь причина кроется в кризисе, происходившем в России после распада СССР.

Чаще всего количество выбросов в атмосферу коррелирует со стадией промышленного развития страны. Для эффективного роста производства необходимо большое количество энергии, производство которой неразрывно связано с атмосферным загрязнением. Это особенно актуально для XX в., когда альтернативная энергетика была развита не так сильно и главенствовали традиционные методы добычи энергии. После обрушения экономической мощи Советского Союза многие отрасли, в том числе и энергетика, на территориях бывшего СССР пошли на спад.

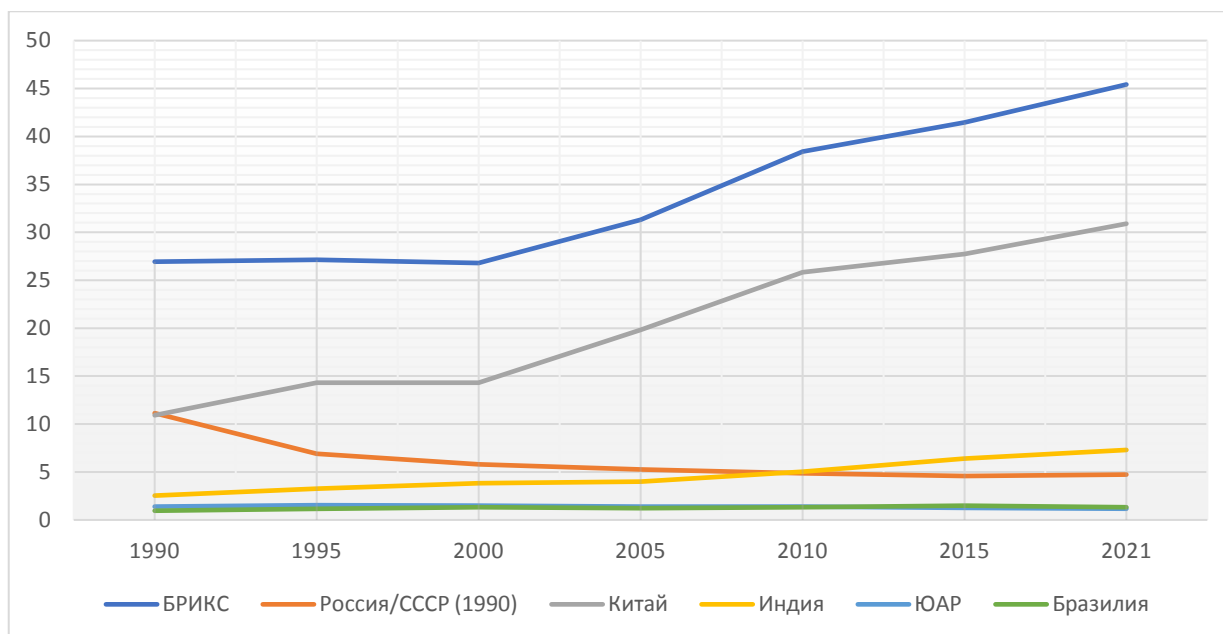


Рис. 1. Доля стран БРИКС (%) в мировых выбросах парниковых газов [Our World..., 2023]
 Fig. 1. The share of BRICS countries (%) in global greenhouse gas emissions [Our World..., 2023]

В свою очередь промышленность КНР наращивала обороты и уже к 2000 году показатель выбросов парниковых газов в атмосферу составил 3425 MtCO₂Eq (рис. 2). Однако этот показатель ещё не был столь критичным. Например, главный экономический конкурент Китая – США в том же году выбрасывал в атмосферу 6045 MtCO₂Eq при суммарных мировых значениях равных 26207 MtCO₂Eq. Спустя 10 лет показатели КНР выросли на 147 % (достигнув значения в 8485 MtCO₂Eq), а в США наоборот произошло падение на 5,7 % (5700 MtCO₂Eq) [IEA. Greenhouse Gas, 2022].

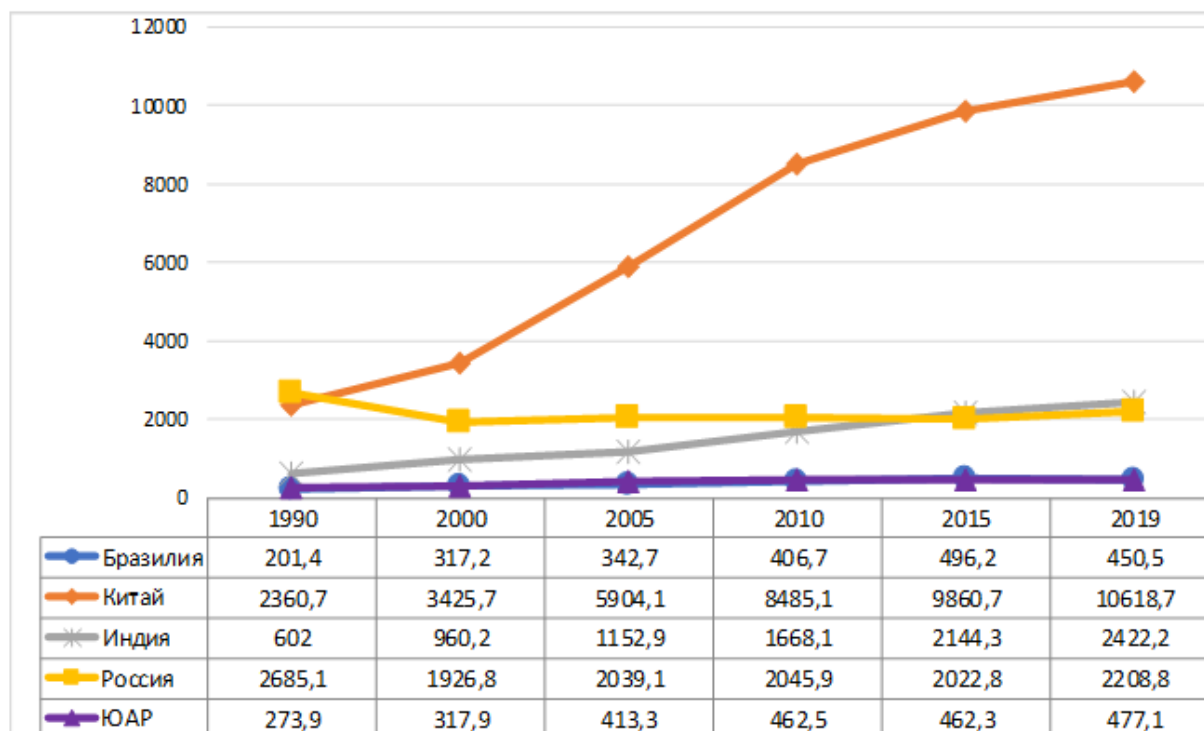


Рис. 2. Выбросы парниковых газов стран БРИКС в MtCO₂Eq [IEA,2022]
 Fig. 2. Greenhouse gas emissions of the BRICS countries in MtCO₂Eq [IEA,2022].

Причина такой динамики кроется в процессах, происходивших в экономиках двух вышеупомянутых стран. Если Китай (как и другие страны БРИКС) – страна с развивающейся экономикой (среднее развитие, по данным МВФ и ООН), то США имеет развитую экономику. Более того, КНР, как и Бразилию, Индию и ЮАР, многие относят к такому типу, как НИС – новые индустриальные страны, а именно страны, совершившие серьёзный экономический скачок за последние десятилетия. Безусловно, такой скачок не мог не сказаться на загрязнении окружающей среды, что видно и по выбросам парниковых газов. Как следствие, все страны БРИКС имели прирост по данному показателю.

Основной причиной стремительного роста выбросов является активный промышленный рост Китая, который создавал и создаёт большую нагрузку на энергетическую систему страны. Помимо КНР стоит отметить Индию, где промышленное развитие было весьма активным в последние десятилетия. В этих двух странах, входящих в БРИКС, рост выбросов за пять лет увеличился на 40 %, причём Китай достигал данных показателей дважды (см. рис. 2). Более того, коэффициент корреляции между динамикой ВВП на душу населения (1990–2019 гг.) и количеством выбросов парниковых газов за те же годы наиболее велик именно для этих двух стран [IEA. Greenhouse Gas, 2022].

Тенденция роста выбросов, характерна и для других стран, входящих в БРИКС, однако масштабы не столь критичны (табл. 2).

Таблица 2
Table 2Рост выбросов парниковых газов (MtCO₂Eq) за пятилетний период [IEA, 2022]
Growth of greenhouse gas emissions (MtCO₂Eq) over a five-year period [IEA, 2022]

Страны	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Бразилия	21,4995	29,6281	8,0391	18,6752	22,0064	-9,2100
Китай	36,6967	6,1574	72,3473	43,7154	16,2119	7,6871
Индия	27,9069	24,7013	20,0687	44,6873	28,5475	12,9599
Россия	-25,7383	-3,3701	5,8283	0,3335	-1,1291	9,1952
ЮАР	7,7035	7,7627	30,0094	11,9042	-0,0432	3,2014
США	5,3795	12,2146	-0,4136	-5,3156	-6,0526	-2,0355
Мир	3,8961	8,5327	16,2366	12,2265	5,7922	4,0434

* MtCO₂Eq – аббревиатура от миллиона тонн эквивалента углекислого газа.

Согласно данным, отображённым на рис. 2, в последнее десятилетие темпы роста выбросов немного уменьшились вследствие многих факторов. К примеру, Китай с 2010 года перешёл от периода «второй индустриализации» на более технологически совершенный (и, как следствие, экологически более чистый) этап – «новой индустриализации» (12-я и 13-я пятилетки) [Чжан, 2021]. Это повлекло за собой небольшое снижение роста выбросов. Кроме того, многие развивающиеся страны мира стали обращать внимание на альтернативную энергетику. Безусловно, в большинстве случаев её доля в общем обороте энергии крупных стран не так велика и утопично будет считать, что с её помощью можно поддерживать промышленный рост крупных государств. Однако она не только обладает потенциалом к развитию, но и сейчас позволяет покрывать ряд нужд в энергетической отрасли.

Ярким примером данного суждения является энергетический сектор Бразилии. По данным на 2020 год, около 86 % всей электроэнергии страны производится с помощью ГЭС (наиболее безопасным среди классических энергопроизводителей) и альтернативных источников энергии, причём 64 % приходится на гидроэнергетику (рис. 3).

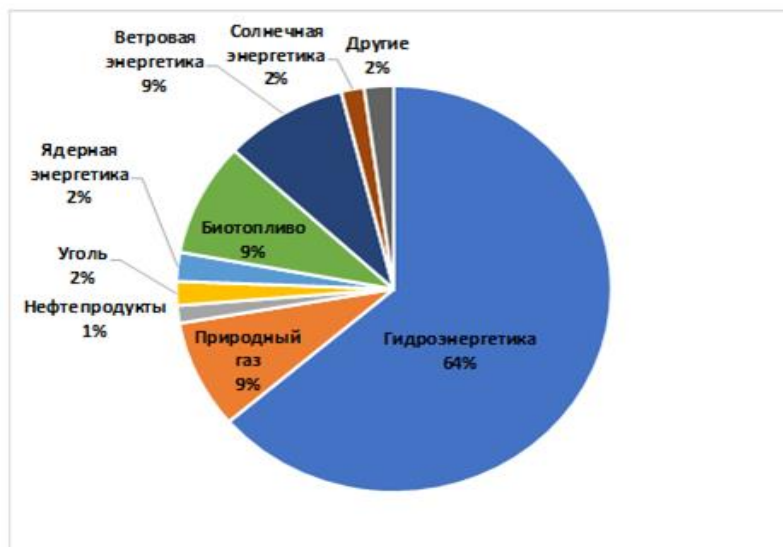


Рис. 3. Структура производства электроэнергии-брутто в Бразилии за 2020 год [Hydroreview, 2022]
Fig. 3. The structure of gross electricity production in Brazil for 2020 [Hydroreview, 2022]

Это стало возможным благодаря тому, что в стране много мощных рек и рек, протекающих по довольно сложному рельефу, в частности Бразильского плоскогорья. Поэтому большее количество ГЭС расположены на южных реках страны (Парана, Игуасу, Уругвай). Учитывая данный фактор, а также большую долю гидроэнергетики в общей выработке, основная нагрузка (61 %) ложится на штаты, входящие в южный, юго-восточный и центрально-западный регионы страны (кстати, их суммарная площадь в 2 раза меньше, чем площадь двух других регионов) [IEA. Brazil, 2022].

В последние десятилетия под влиянием ряда факторов, в числе которых уменьшение водного потенциала, Бразилия перешла на развитие ветровой и солнечной энергетики. И если солнечные панели пока что имеют достаточно скромные показатели, то, благодаря инвестициям в развитие ветровых электростанций (ВЭС), с 2010 года они вышли на третье место по общей выработке электроэнергии (после ГЭС и тепловой энергетики). Большая часть ветровых электростанций страны расположена на Атлантическом побережье (штаты Байя, Мараньян, Рио-Гранди-ду-Сул, Рио-Гранди-ду-Норте). Главным фактором такого размещения стали постоянные ветра, дующие с Южно-Атлантического и Азорского максимумов.

Благодаря мерам по развитию «зелёной» энергетики, удалось компенсировать падение показателей гидроэнергетики, образовавшееся после 2010 года (рис. 4). Определённые параллели можно усмотреть между данным явлением и тем, что последний крупный прирост выбросов парниковых газов (22 %) произошёл в период с 2010 по 2015 год (см. табл. 2). Данную гипотезу подтверждает тот факт, что в период активного развития ВЭС, вкупе с небольшим ростом выработки солнечных батарей, Бразилия показала отрицательную динамику по выбросам (– 9,1 %).

Суммируя вышесказанное, важно отметить, что альтернативная энергетика играет важную роль в современной Бразилии. Несмотря на то, что с позиции современной науки крупные ГЭС не входят в понятие альтернативной энергетики (в классическом её понимании), доля гидроэнергетики в ней всё же существенна [Hydroreview, 2023]. Причиной этого являются микро (установленной мощностью до 3000 кВт) и мини (3000–30000 кВт, с площадью резервуара до 13 км²) ГЭС. На территории страны функционирует 1161 станция указанных типов, однако их суммарная мощность составляет 5 % от мощности крупных ГЭС.



Рис. 4. Годовая выработка электричества Бразилии (гигаватт-часов) [IEA, 2022]
Fig. 4. Brazil's annual electricity generation (gigawatt-hours) [IEA, 2022]

Ещё в одной стране БРИКС, находящейся в южном полушарии – ЮАР, энергетическая модель в корне отличается от бразильской. Большую часть сектора занимают электростанции, работающие на угле. Причём их доля мало изменилась за последние 30 лет. Если в 1990 году на таких ТЭС производилось 93 % энергии страны, то в 2020 году доля упала до 87 % [IEA. South Africa, 2022; EES EAEC, 2023]. Причиной такого «засилья» одного источника энергии стала не только большая ресурсообеспеченность страны углём, но и политические преобразования внутри страны, которые не могли не сказаться на экономике и, в частности, энергетике. В первую очередь речь идёт об апартеиде, отголоски которого до сих пор оказывают влияние на ситуацию в ЮАР. Одна из особенностей Южно-Африканской сегрегации – прибыльный бизнес, что отразилось на энергетике страны с развивающейся промышленностью. С учётом дешёвой рабочей силы, обеспеченной апартеидом, в республике строилось большое количество малозатратных станций, работающих на угле.

При этом ЮАР обладала и обладает большим гидропотенциалом, но несмотря на это в 1990 году на долю ГЭС приходилось лишь 1,7 % общей выработки (2,2 % на 2020 год).

Важно отметить, что производство электроэнергии в ЮАР является практически монопольным и принадлежит корпорации ESCOM и в данном случае монополия пошла во вред развитию альтернативной энергетики, так как в частности являлась частью бизнеса, которому промышленное развитие страны обеспечивало процветание [Вестник РусГидро, 2022].

После прихода к власти правительства Манделы (1994 год) свою роль сыграла уже отмена апартеида. При упомянутом режиме многие кварталы, где проживало чернокожее население, подвергались своего рода «ресурсной блокаде», а именно: там не было ни электричества, ни водопровода. Новая власть взяла курс на равенство в данной сфере и потребовалось отыскивать мощности для обеспечения как жилых массивов, так и продолжающей свой рост промышленности. ESCOM приступил к строительству новых ТЭС. В результате 45 % углеродных выбросов в стране происходят с ТЭС вышеупомянутой корпорации.

Однако в последние годы ситуация с альтернативной энергетикой в стране стала медленно меняться. Страна обладает большой ресурсообеспеченностью в данной сфере, в

особенности это относится к ветровой и солнечной энергии. С начала 10-х годов XX века правительство страны стало серьёзно инвестировать в «зелёную» энергетику, что позволило поднять её долю с 0,01 % в 2010 году до 4,5 % в 2020 году. Как следствие этого процесса угольные ТЭС начали понемногу сдавать свои позиции (рис. 5).

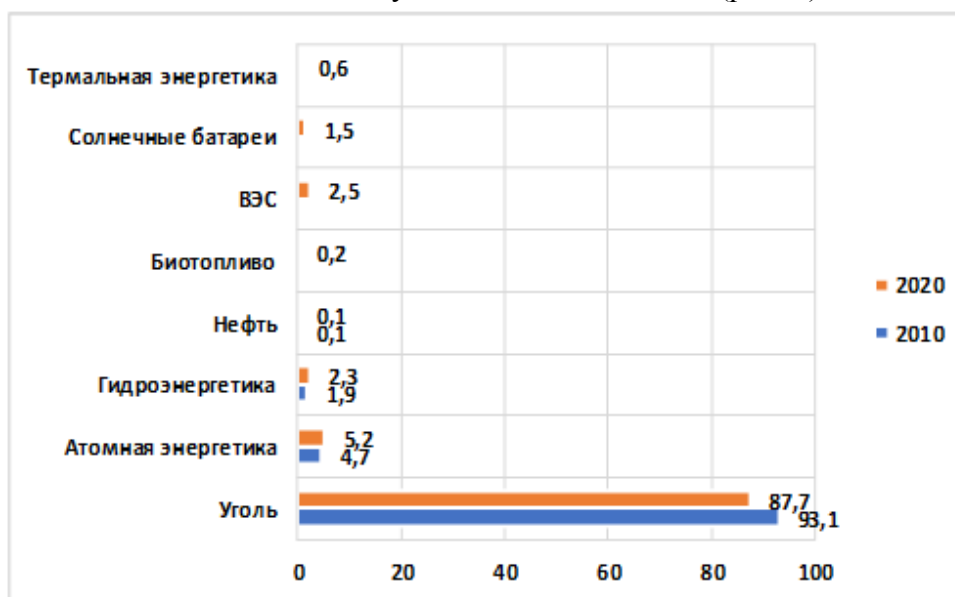


Рис. 5. Доля различных энергоресурсов в общей энергосистеме ЮАР [The World Bank, 2022]
 Fig. 5. The share of various energy resources in the total energy system of South Africa [The World Bank, 2022]

Если посмотреть на общую динамику развития альтернативной энергетики в странах БРИКС, то ЮАР занимает лишь четвёртое место по росту доли в общей выработке энергии. Следует отметить, что развитие энергетики в стране началось на 5 лет позже, чем в других, причины данного явления были описаны выше (рис. 6). Учитывая потенциал и увеличение инвестиций в данную сферу, есть вероятность того, что ЮАР в ближайшие десятилетия сможет вплотную приблизиться к остальным участникам БРИКС.

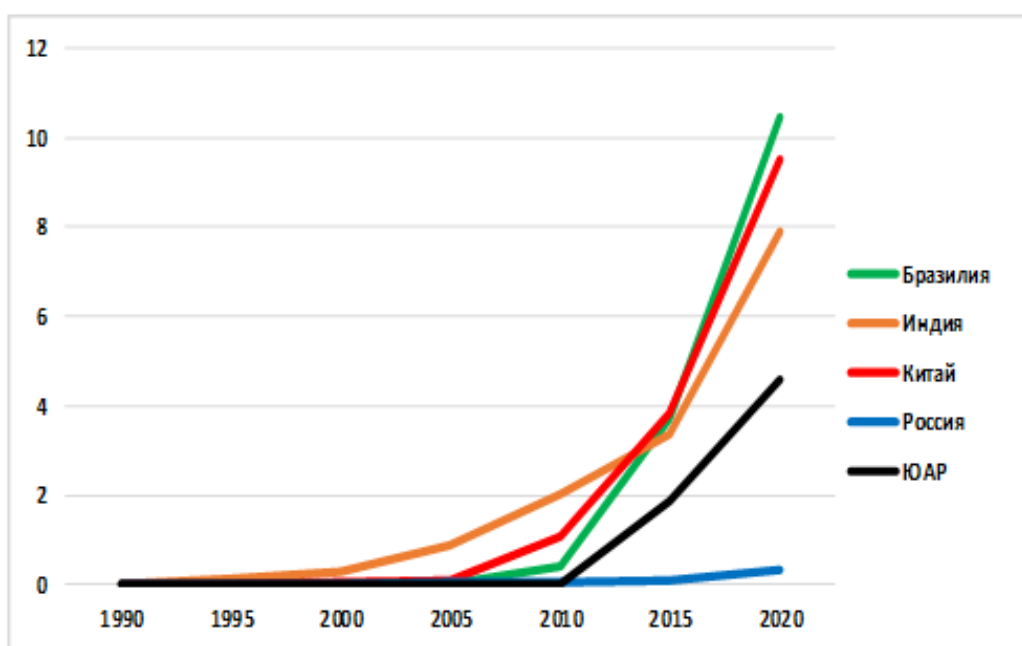


Рис. 6. Рост доли альтернативной энергии в общей энергосистеме стран БРИКС
 Fig. 6. The growth of the share of alternative energy in the total energy system of the BRICS countries

С развитием «зелёной» энергетики приостановился рост выбросов парниковых газов. В период с 2010 по 2015 год наблюдалось их небольшое снижение, а с 2015 до 2019 год прирост составил лишь 3 %. Учитывая то, что в ЮАР количество выбросов в большей степени связано с энергетическим комплексом (45 %), можно утверждать, что между этими тенденциями есть прямая связь.

Заключение

Проведённый сравнительный анализ не затрагивает многих проблем теоретического и институционального порядка, имеющих отношение к развитию альтернативной энергетики. Ведь сам факт глобального потепления не доказан с помощью железных аргументов и роль углекислого газа в процессах изменения климата трактуется авторами по-разному. Иногда высказывается мнение, что если все добываемые на Земле углеводороды превратятся в CO₂ (немалая часть горючих ископаемых утилизируется в процессе органического синтеза), то объём приращённой массы углекислоты составит ничтожную величину (гораздо менее 1 %) от свободной углекислоты, имеющейся в природе [Hydroreview, 2022; IEA, 2021].

Поэтому программы стран БРИКС в области развития альтернативной энергетики базируются не только на фундаменте Киотского протокола, который, по мнению многих авторов, весьма зыбок. Учитываются перспективы предстоящего исчерпания запасов нефти и газа, возможности наладить производство оборудования для изготовления пеллет (древесного возобновляемого топлива), а также дороговизна таких способов получения энергии, как ветряки, солнечные батареи, приливные станции.

Существенное отставание Российской Федерации в развитии и внедрении ВИЭ объясняется не столько отставанием научной мысли в данной области и недостатками государственных механизмов стимулирования таких источников энергии, сколько недостаточной обеспеченностью запасами углеводородов. В сложившихся условиях, кроме определённых трудностей (больших затрат на новые технологии в области ВИЭ, длительных сроков перехода на новые технологии, отсутствия необходимых природных условий в местах концентрации производства и населения для развития гелиоэнергетики и ветроэнергетики), существенную роль играют интересы обороноспособности страны [Лапаева, 2019].

Подводя итоги, следует напомнить, что государства БРИКС нельзя однозначно назвать союзниками из-за наличия колоссальных различий между ними. Страны существенно различаются не только по экономическим моделям развития, но и по политическому устройству, культурным и религиозным традициям, и т. д. Можно констатировать не только отсутствие общей стратегии развития альтернативной энергетики у рассматриваемых стран, но и отставание в темпах её развития от стран «Большой семёрки», а также различные взгляды на выбор перспективных ВИЭ. Между тем сотрудничество в рамках альянса, направленное в частности на координацию действий в ответ на глобальные экономические вызовы и угрозы, а также объединение усилий для развития в странах инновационной экономики определяет создание такой стратегии и обсуждение вопросов по её реализации в рамках альянса.

Список источников

- Вестник РусГидро. В жаркой Южной Африке... Электронный ресурс. URL: <https://www.vestnik-rushydro.ru/articles/3-mart-2018/v-mire/v-zharkoy-yuzhnoy-afrike/> (дата обращения 31.12.2022).
- Информационный портал БРИКС. Электронный ресурс. URL: <https://infobrics.org/> (дата обращения 26.10.2022).



- ТАСС. Россия увеличит долю возобновляемых источников энергии в 10 раз. Электронный ресурс. URL: <https://tass.ru/ekonomika/11787295> (дата обращения 12.01.2023).
- EES EAEC. Мировая энергетика. Электроэнергетический комплекс Бразилии. Электронный ресурс. URL: www.eeseaec.org/elektroenergeticeskij-kompleks-brazilii (дата обращения: 05.01.2023).
- Hydroreview. Researchers to quantify GHG emissions from hydropower reservoirs. Электронный ресурс. URL: www.hydroreview.com/technology-and-equipment/u-s-researchers-to-quantify-ghg-emissions-from-hydropower-reservoirs/ (дата обращения: 05.01.2023).
- IEA. Brazil. Электронный ресурс. URL: www.iea.org/countries/brazil (дата обращения: 26.10.2022).
- IEA. Greenhouse Gas Emissions from Energy Data Explorer, IEA, Paris. 2021. Электронный ресурс. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer> (date application: 30.10.2022).
- IEA. South Africa. Электронный ресурс. URL: www.iea.org/countries/south-africa (date application: 05.01.2023)
- Our World In Data. Электронный ресурс. URL: <https://ourworldindata.org/> (date application: 21.02.2023)
- The Paris Agreement. What is the Paris Agreement? Электронный ресурс. URL: www.unfccc.int/ (date application: 05.01.2023).
- The World Bank. World Development Indicators. Электронный ресурс. URL: <https://www.databank.worldbank.org/> (date application: 25.12.2022).

Список литературы

- Лапаева О.Ф., Иневатова О.А., Дедеева С.А. 2019. Современные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса. Экономические отношения, 9(3): 2129–2142. DOI: 10.18334/eo.9.3.40815
- Родионова И.А., Черняев М.В., Шувалова О.В. 2017. Оценка потенциала БРИКС в мировой энергетике. Фундаментальные исследования, 6: 175–184.
- Ханиев Р.М. 2019. Влияние альтернативной энергетики на экологическое состояние окружающей среды (ветровая и солнечная энергетика). В кн.: Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, посвященной 20-летию создания кафедры электроэнергетики, Тюмень, 18–20 декабря 2019. Тюмень, Тюменский индустриальный университет: 203–205.
- Чжан Б. 2021. Промышленная политика Китая: ретроспективный анализ. В кн.: Тенденции экономического развития в XXI веке. Материалы III Международной научной конференции, Минск, 01 марта 2021. Минск, Белорусский госуниверситет: 805–807.
- Akram R., Majeed M., Fareed Z., Khalid F., Ye Ch. 2020. Asymmetric Effects of Energy Efficiency and Renewable Energy on Carbon Emissions of BRICS Economies: Evidence from Nonlinear Panel Autoregressive Distributed Lag Model. Environmental Science and Pollution Research, 27: 18254–18268. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119122
- Jabeen G., Ahmad M., Zhang Q. 2023. Towards Sustainable Environment: Why Green Energy Technology Diffusion is Sluggish in South Africa? Environmental Science and Pollution Research, 30: 22653–22667. DOI: 10.1007/s11356-022-23642-0
- Lima C., Lall U. 2010. Climate Informed Long Term Seasonal Forecasts of Hydroenergy Inflow for the Brazilian Hydropower System. Journal of Hydrology, 381(1–2): 65–75. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2009.11.026
- Xingang Zh., Lu L., Xiaomeng L., Jieyu W., Liu P. 2012. A Critical-Analysis on the Development of China Hydropower. Renewable Energy, 44: 1–6. DOI: 10.1016/j.renene.2012.01.005
- Öztürk S., Suluk S. 2020. The Relationship between CO2 Emission, Energy and Economic Growth: An Empirical Analysis for the G7 Countries. International Journal of Management, 8(11): 16–24.

- Rutherford A. 2020. Energy Security and Green Energy in Brazil: The Discourse of Economic Development. In: *Energy Security and Green Energy*. Springer, Cham.: 65–102. DOI: 10.1007/978-3-030-45555-2_3
- Van Soest H., Den Elzen M., Forsell N., Esmeijer K., Van Vuuren D. 2018. Global and Regional Greenhouse Gas Emissions Neutrality: Implications of 1.5°C and 2°C scenarios for reaching net zero greenhouse gas emissions. PBL Publishers, Netherlands Environmental Assessment Agency, 110 p.
- Vyas-Doorgapersad Sh. 2022. The Role of BRICS in Global Governance to Promote Economic Development. *Africa's Public Service Delivery & Performance Review*, 10(1): a633. DOI: 10.4102/apsdpr.v10i1.633
- Zeng Sh., Liu Y., Liu Ch., Nan X. 2017. A Review of Renewable Energy Investment in the BRICS Countries: History, Models, Problems and Solutions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74: 860–872. DOI: 10.1016/j.rser.2017.03.016

References

- Lapaeva O.F., Inevatova O.A., Dedeeva S.A. 2019. Modern Problems and Prospects of Development of Fuel and Energy Complex. *Journal of International Economic Relations*, 9(3): 2129–2142 (in Russian). DOI: 10.18334/eo.9.3.40815
- Rodionova I.A., Chernyaev M.V., Shuvalova O.V. 2017. Estimation of the BRICS Potential in the World Energy. *Fundamental research*, 6: 175–184 (in Russian).
- Khaniev R.M. 2019. Vliyaniye alternativnoy energetiki na ekologicheskoye sostoyaniye okruzhayushchey sredy (vetrovaya i solnechnaya energetika) [The Influence of Alternative Energy on the Ecological State of the Environment (Wind and Solar Energy)]. In: *Energoberezeniye i innovatsionnyye tekhnologii v toplivno-energeticheskom komplekse* [Energy saving and innovative technologies in the fuel and energy complex]. Materials of the National Scientific and Practical Conference of Students, postgraduates, scientists and specialists with international participation, dedicated to the 20th anniversary of the establishment of the Department of Electric Power Engineering, Tyumen, 18–20 December 2019. Tyumen, Publ. Tyumen Industrial University: 203–205.
- Zhang B. 2021. China's Industrial Policy: A Retrospective Analysis. In: *Trends in Economic Development in the 21st Century*. Proceedings of the III International Scientific Conference, Minsk, 01 March 2021. Minsk, Publ. Belarusian State University: 805–807 (in Russian).
- Akram R., Majeed M., Fareed Z., Khalid F., Ye Ch. 2020. Asymmetric Effects of Energy Efficiency and Renewable Energy on Carbon Emissions of BRICS Economies: Evidence from Nonlinear Panel Autoregressive Distributed Lag Model. *Environmental Science and Pollution Research*, 27: 18254–18268. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119122
- Jabeen G., Ahmad M., Zhang Q. 2023. Towards Sustainable Environment: Why Green Energy Technology Diffusion is Sluggish in South Africa? *Environmental Science and Pollution Research*, 30: 22653–22667. DOI: 10.1007/s11356-022-23642-0
- Lima C., Lall U. 2010. Climate Informed Long Term Seasonal Forecasts of Hydroenergy Inflow for the Brazilian Hydropower System. *Journal of Hydrology*, 381(1–2): 65–75. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2009.11.026
- Xingang Zh., Lu L., Xiaomeng L., Jieyu W., Liu P. 2012. A Critical-Analysis on the Development of China Hydropower. *Renewable Energy*, 44: 1–6. DOI: 10.1016/j.renene.2012.01.005
- Öztürk S., Suluk S. 2020. The Relationship between CO2 Emission, Energy and Economic Growth: An Empirical Analysis for the G7 Countries. *International Journal of Management*, 8(11): 16–24.
- Rutherford A. 2020. Energy Security and Green Energy in Brazil: The Discourse of Economic Development. In: *Energy Security and Green Energy*. Springer, Cham.: 65–102. DOI: 10.1007/978-3-030-45555-2_3
- Van Soest H., Den Elzen M., Forsell N., Esmeijer K., Van Vuuren D. 2018. Global and Regional Greenhouse Gas Emissions Neutrality: Implications of 1.5 °C and 2°C scenarios for reaching net zero greenhouse gas emissions. PBL Publishers, Netherlands Environmental Assessment Agency, 110 p.
- Vyas-Doorgapersad Sh. 2022. The Role of BRICS in Global Governance to Promote Economic Development. *Africa's Public Service Delivery & Performance Review*, 10(1): a633. DOI: 10.4102/apsdpr.v10i1.633



Zeng Sh., Liu Y., Liu Ch., Nan X. 2017. A Review of Renewable Energy Investment in the BRICS Countries: History, Models, Problems and Solutions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74: 860–872. DOI: 10.1016/j.rser.2017.03.016

*Поступила в редакцию 11.01.2023;
поступила после рецензирования 17.02.2023;
принята к публикации 15.03.2023*

*Received January 11, 2023;
Revised February 17, 2023;
Accepted March 15, 2023*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Демидионов Михаил Юрьевич, аспирант кафедры экономической географии, факультета географии, Российский государственный педагогический университет имени Александра Ивановича Герцена, г. Санкт-Петербург, Россия

Mihail Yu. Demidionov, PhD Student of the Department of Economical Geography, Faculty of Geography of the Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint-Petersburg, Russia